

p. 7

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-204065 ✓

(43)Date of publication of application : 30.07.1999

(51)Int.Cl.

H01J 29/88
B32B 9/00
C03C 17/34
G02B 1/11
G02F 1/1335
G09F 9/00
H01J 5/08

(21)Application number : 10-006999 ✓

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 16.01.1998

(72)Inventor : MIHASHI SHINOBU

(54) LOW REFLECTION FILM AND DISPLAY PANEL USING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a practical reflection index of an incident reflection angle with wide visibility by adjusting and forming thickness of each layer of a low reflection film so as to be below a given reflection index.

SOLUTION: Thickness of each layer of a low reflection film is, for example, about 20 nm in a first ITO thin film, about 25 nm in a first silicon dioxide thin film, about 45 nm in a second ITO thin film, and about 100 nm in a second silicon dioxide thin film. As a result, the spectroscopic reflection index becomes 1% or less when a light beam with the wavelength range of 490 to 640 nm for a light beam incident angle of 10 degrees. Further, for the incident angle of 10 degrees the reflection index up to a wavelength of 650 nm of the incident light beam is 1% or less, the reflection index up to a wavelength of 700 nm is 1.6% or less, and the reflection index up to a wavelength of 750 nm is 2.7% or less. Spectroscopic reflection index characteristics in which a value (y) for the reflection light degree of color is 0.10 or more and 0.25 or less is obtained when the wavelength range of the incident light beam for of the light beam incident angle of 10 degrees is 380 to 780 nm.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

The inventors of the present application found that the visibility of the information displayed on a CRT depends not only on the wavelength of light, but also on incidence and reflection angles of light. JP 4-334853-A describes or suggests nothing regarding the incidence and reflection angles of light. As defined in JIS Z8701, generally, the color is mainly represented by the XYZ color system based on a 2-degree field of view, or the $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ color system based on a 10-degree field of view. Thus, it is assumed that the technique disclosed in JP 4-334853-A is based on the 10-degree field of view. However, a viewer (observer) observes a displayed content not only from the front of a CRT display panel, but actually, also in a wide field of view over 10-degrees, so the 10-degree field of view is insufficient.

[0005]

Further, the inventors of the present application found that in the reduction of the reflection when a multilayer thin film is adhered to a CRT surface, it is necessary not only to reduce the reflectance, but also to consider a countermeasure to the fact that there are colors preferable and not preferable to an observer. In the conventional methods, the color of reflected light was not taken into account in addition to the diopter.

[0006]

The inventors of the present application found that a conventional measuring method of the reflectance, which

will be discussed hereinafter, was not correct.

[0007]

The object of the present invention is to provide a low-reflection film providing a reflectance practicable to incidence and reflection angles of wide range of diopter. Another object of the present invention is to provide a low-reflection film providing a reflection color preferable for an observer. Yet another object of the present invention is to provide a practical and effective display panel using the low-reflection film mentioned above.

[0008]

[Means for Solving the Problem]

The basic concept of the present invention to achieve the above object is discussed below. When a surface of a display panel such as a cathode-ray tube is subjected to a non-reflection treatment by an optical multilayer thin film, the chromaticity of reflected light changes toward the red side as incidence and reflection angles of the light are increased. However, it has been found that it is possible to prevent the reflected light from extreme changes to red provided that the incidence and reflection angles are below 40° at the maximum when the following optical conditions are satisfied:

- (1) The spectral reflection factor characteristic is such that the reflectance of a spectral reflection at each wave length is 1% or less in the wave length range of 490 to 640 nm which exhibits a high luminosity;
- (2) The spectral reflection characteristic is such that the reflectance is 1% or less at the wave length of 650 nm, 1.6% or less at the wave length of 700 nm, and 2.7% or less at the wave length of 750 nm;

(3) The spectral reflection characteristic is such that the y value of the chromaticity of reflected light is between 0.10 and 0.25 in the spectral reflection.

[0025]

Second Embodiment of Low-Reflection Film

A second embodiment of a low-reflection film of the present invention is discussed below. The second embodiment of the low-reflection film eliminates the drawback of the non-reflection multilayer film of the first embodiment. The structure itself of the non-reflection multilayer film of the second embodiment is the same as the non-reflection multilayer film of the first embodiment illustrated in Fig. 14, as illustrated in Fig. 17. That is, as illustrated in Fig. 17, a non-reflection multilayer film 30 according to the second embodiment of the low-reflection film of the present invention has a laminated structure having a first ITO (Indium Tin Oxide) thin layer 31 having a predefined thickness of t_{1a} , a first silicon dioxide (SiO_2) thin film 32 having a predefined thickness of t_{2a} , a second ITO thin film 33 having a predefined thickness of t_{3a} , and a second silicon dioxide thin film 34 having a predefined thickness of t_{4a} . The thicknesses of these layers are different from those of the non-reflection multilayer film of the first embodiment. The thickness will be discussed below. When the non-reflection multilayer film illustrated in Fig. 17 is adhered to the surface of the CRT, these multilayer films are formed on a transparent resin film such as a PET or an acrylic film, through a thin film of 5 nm or less such as SiO_2 which has a small optical influence as an adhesion layer 40, so that

the adhesive layer is located between the surface of the CRT and the first ITO thin film.

[0026]

Fig. 18, which corresponds to Fig. 15, is a graph showing a characteristic curve of the second embodiment. Compared with the characteristics data illustrated in Fig. 15, the reflectance on the long wavelength side is designed to be lower and the reflectance curve for the wavelength of 600 to 750 nm is designed to be gentler in order to improve the non-reflection multilayer film of the first embodiment. In the characteristics of the reflectance illustrated in Fig. 18, the reflectance on the long wavelength side increase as the incidence and reflection angles of the light increase. However, there are the following advantages: a. the curve on the long wavelength side is gentle; and b. the reflectance characteristics indicate a relatively flat curve in the wavelength range of 460 to 600 nm.

[0027]

When these characteristics are selected, the characteristics illustrated in Fig. 19 are obtained by the non-reflection film of the second embodiment. Fig. 19 shows characteristic curve corresponding to Fig. 16. Compared with the data of Fig. 16, the data of Fig. 19 shows less chromaticity change toward the red side due to the change of the incidence and reflection angles of the light. Further, when the y value of the chromaticity of reflected lights at the incidence and reflection angles of 10° , the ray is between 0.10 and 0.25, the chromaticity at 40° is moved toward the white side, and the red color becomes weak. The chromaticity of reflected light at the

incidence and reflection angles of 40° is nearly identical to the chromaticity of white ($x=0.333$, $y=0.333$), so at least, the chromaticity does not indicate red which is most disliked by users.

[0028]

The non-reflection multilayer film showing the characteristics above was obtained by adjusting the thickness of each layer of the non-reflection multilayer film illustrated in Fig. 17. An example is shown below:
Thickness t_{1a} of the first ITO thin film 31 ≈ 20 nm
Thickness t_{2a} of the first silicone dioxide (SiO_2) thin film 32 ≈ 25 nm
Thickness t_{3a} of the second ITO thin film 33 ≈ 45 nm
Thickness t_{4a} of the second silicone dioxide thin film 34 ≈ 100 nm

[0029]

The low-reflection film of the present invention can be obtained by adjusting the thickness of each layer. That is, to achieve a reflectance characteristic of a non-reflection multilayer film different from those illustrated in Fig.s 15 and 18, the thickness of each film illustrated in Fig.s 14 and 17 is adjusted.

[0030]

Although the above discussion has been directed to the reflection to enhance the visibility of information displayed on the CRT screen by adhering a non-reflection multilayer film as a low-reflection film to a surface of the CRT, the non-reflection multilayer film mentioned above can be applied not only to the surface of CRT, but also to other display panels or other devices which are affected by the incidence and reflection angles of the light. In the

embodiments above, a cathode-ray tube is used as the display panel, but the low-reflection film of the present invention can be applied to various display panels such as a liquid crystal panel, a plasma display, or an EL panel.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-204065

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 29/88

H 0 1 J 29/88

B 3 2 B 9/00

B 3 2 B 9/00

A

C 0 3 C 17/34

C 0 3 C 17/34

Z

G 0 2 B 1/11

G 0 2 F 1/1335

G 0 2 F 1/1335

G 0 9 F 9/00

3 1 8 A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-6999

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月16日

(72) 発明者 三橋 忍

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 隆久

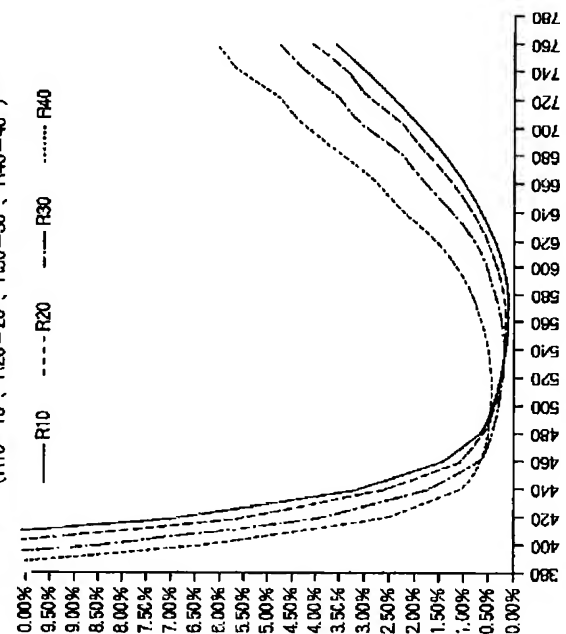
(54) 【発明の名称】 低反射膜、および、低反射膜を用いた表示パネル

(57) 【要約】

【課題】 10°～40° の広範囲の光線入射角度についても赤色側の反射率が大きくない無反射多層膜を提供する。

【解決手段】 分光反射の各波長に於ける反射率が、視感度の高い490nmから640nmの波長範囲に於いて1%以下となる分光反射率特性を有し、波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となる様な長波長側の分光反射率特性を有し、反射光色度のy値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性を有する無反射多層膜からなる低反射膜であり、第1のITO薄膜31、第1の二酸化シリコン薄膜32、第2のITO薄膜33、第2の二酸化シリコン薄膜34が積層して形成される。

無反射多層膜の分光反射率とその入射角による変化
(R10=10°, R20=20°, R30=30°, R40=40°)



【特許請求の範囲】

【請求項1】低反射膜であって、
所定の厚さの第1のITO薄膜、
所定の厚さの第1の二酸化シリコン薄膜、
所定の厚さの第2のITO薄膜、
所定の厚さの第2の二酸化シリコン薄膜を積層した光線の反射を低減する低反射膜であって、
所定の反射率以下になるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする低反射膜。

【請求項2】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長範囲が490nmから640nmの波長範囲で低反射膜に入射したとき分光反射率が1%以下となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項1記載の低反射膜。

【請求項3】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となるような長波長側の分光反射率特性を示すように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項1記載の低反射膜。

【請求項4】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長範囲が380nmから780nmの光線が前記低反射膜に入射したとき、反射光色度の y 値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項1記載の低反射膜。

【請求項5】光線の反射を低減する低反射膜が表面に被着された表示パネルであって、
該低反射膜は、所定の波長の光線が所定の角度で入射したとき、所定の反射率になるように、所定の厚さの第1のITO薄膜、所定の厚さの第1の二酸化シリコン薄膜、所定の厚さの第2のITO薄膜、所定の厚さの第2の二酸化シリコン薄膜を積層したことを特徴とする低反射膜を表面に被着し、光線の反射を低減させた表示パネル。

【請求項6】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長範囲が490nmから640nmの波長範囲で低反射膜に入射したとき分光反射率が1%以下となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項5記載の表示パネル。

【請求項7】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となるような長波長側の分光反射率特性を示すように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項5記載の表示パネル。

【請求項8】光線の入射角度 10° について、入射光線の波長範囲が380nmから780nmの光線が前記低

反射膜に入射したとき、反射光色度の y 値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする、請求項5記載の表示パネル。

【請求項9】前記表示パネルは陰極線管または液晶表示パネル、または、プラズマ表示パネルである、請求項5記載の表示パネル。

【請求項10】分光反射の各波長に於ける反射率が、視感度の高い490nmから640nmの波長範囲に於いて1%以下となる分光反射率特性を有し、
波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となる様な長波長側の分光反射率特性を有し、
反射光色度の y 値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性を有する無反射多層膜からなる低反射膜。

【請求項11】前記無反射多層膜は、
所定の厚さの第1のITO薄膜、
所定の厚さの第1の二酸化シリコン薄膜、
所定の厚さの第2のITO薄膜、
所定の厚さの第2の二酸化シリコン薄膜を積層して形成されている請求項10記載の低反射膜。

【請求項12】低反射膜を表面に設けた陰極線管であって、該低反射膜は、
分光反射の各波長に於ける反射率が、視感度の高い490nmから640nmの波長範囲に於いて1%以下となる分光反射率特性を有し、
波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となる様な長波長側の分光反射率特性を有し、
反射光色度の y 値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性を有する陰極線管。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、たとえば、陰極線管(CRT)、液晶、プラズマディスプレイ、ELディスプレイ、REディスプレイの表面(フェース・プレート)などにおける外光反射を低減する低反射膜(または無反射膜)、および、低反射膜を用いた陰極線管などの表示パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】CRTなどの表示パネルに表示されている情報は周囲光の反射によって目視しにくくなることがあり、CRTなどの表示パネルに対する外光反射防止対策が種々講じられている。そのような外光反射防止対策として、光学多層薄膜(多層光学干渉膜)をCRTの表面に被着することが提案されている。

【0003】特開平4-334853号公報は、CRT

表面における帯電防止とコントラスト指標を向上させる多層薄膜を開示している。多層薄膜としては、たとえば、超微粒子酸化チタンの高屈折率の膜と、超微粒子フッ化マグネシウムの低屈折率の膜とをそれぞれ、帯電防止光選択吸収膜の形成に使用するシリコンのアルコキシドをベースとした塗料をCRTの表面に塗布成膜して形成したものが開示されている。この多層薄膜において、高屈折率の層は、多孔質シリカ膜の中に有機系または無機系の染料または顔料粒子と導電性フィラー粒子と超微粒子酸化チタンが分散しており、屈折率2.35の酸化チタンによって屈折率1.8の高屈折率の層になっている。低屈折率の層は、多孔質シリカ膜の中に有機系または無機系の染料または顔料粒子と、導電性フィラー粒子と、超微粒子フッ化マグネシウムが分散しており、屈折率1.38のフッ化マグネシウムによって屈折率1.42の低い屈折率の層になっている。この2層薄膜をCRTの表面に被着した場合、可視光線の範囲で平均反射率が1.2%となり、2層薄膜を被着しない場合の平均反射率4%の40%程度になることが記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本願発明者は、CRTに表示した情報の視認性は、光線の波長にのみ依存する訳ではなく、光線の入射角度にも依存することを見いだした。特開平4-334853号公報には光線の入射角度に関する事項は開示も示唆もされていない。JIS Z8701の規格に規定されているように、通常、色の表示方法は、2度視野に基づくXYZ表色系および10度視野に基づく $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 表色系によって色を表示することが多いから、特開平4-334853号公報に開示された技術も、10度視野に基づいて行われていると推察される。しかしながら、目視者（視認者）は、CRT表示パネルの正面から表示内容を観察するだけでなく、実際は10度以上の広い範囲でCRTの表示内容を観察しており10度視野では不十分である。

【0005】さらに本願発明者は、多層薄膜をCRT表面に被着した場合の低反射において、単に反射率を低減するだけでなく、色についても観察者にとって好ましいものとそうでないものとが存在することを考慮して、その対策が必要であることを見いだした。従来の方策については、視度に加えて反射色について考慮したものはない。

【0006】従来の反射率の測定方法については後述するが、本願発明者は、これまでの反射率の測定が正確でないことを見いだした。

【0007】本発明の目的は、広い視度の入射角度について実用な反射率を提供する低反射膜を提供することにある。本発明の他の目的は、観察者にとって好ましい反射色を提供する低反射膜を提供することにある。本発明の他の目的は、上述した低反射膜を用いて実用的に効

果的な表示パネルを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の基本構想について述べる。陰極線管などの表示パネルの表面に光学多層薄膜による無反射処理を施した場合は、光線の入射角が大きくなると、反射光色度が赤色側に变化する。しかしながら、下記の光学的条件が満足されると、光線の入射角が最大40°までは反射光色度が極端に赤色系に変化するのを防止出来ることが見いだされた。

(1) 分光反射の各波長に於ける反射率が、視感度の高い490nmから640nmの波長範囲に於いて1%以下となる分光反射率特性とすること。

(2) 上述した分光反射特性で、波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となる様な長波長側の分光反射率特性とすること。

(3) 上記分光反射で、反射光色度のy値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性とすること。

【0009】本発明の第1の観点によれば、所定の厚さの第1のITO薄膜、所定の厚さの第1の二酸化シリコン薄膜、所定の厚さの第2のITO薄膜、所定の厚さの第2の二酸化シリコン薄膜を積層した光線の反射を低減する低反射膜であって、所定の光線の入射角度について、所定の入射光線が10度で入射したとき、所定の反射率以下になるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする低反射膜が提供される。好適には、光線の入射角度10°について、入射光線の波長範囲が490nmから640nmの波長範囲で低反射膜に入射したとき分光反射率が1%以下となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする。さらに好適には、光線の入射角度10°について、入射光線の波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となるような長波長側の分光反射率特性を示すように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする。さらに好適には、光線の入射角度10°について、入射光線の波長範囲が380nmから780nmの光線が前記低反射膜に入射したとき、反射光色度のy値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性となるように、前記低反射膜の各層の厚さを調整して形成したことを特徴とする。特定的には、前記第1のITO薄膜の厚さが約20nmであり、前記第1の二酸化シリコン薄膜の厚さが約25nmであり、前記第2のITO薄膜の厚さが約45nmであり、前記第2の二酸化シリコン薄膜の厚さが約100nmである。ただし、各膜の形成の方法や条件によって、その膜の屈折率等の光学特性が変化するため、好適な各薄膜の膜厚は、その形成

方法や条件によって変化する。

【0010】本発明の第2の観点によれば、分光反射の各波長に於ける反射率が、視感度の高い490nmから640nmの波長範囲に於いて1%以下となる分光反射率特性を有し、波長650nmでの反射率が1%以下、波長700nmでの反射率が1.6%以下、かつ、波長750nmでの反射率が2.7%以下となる様な長波長側の分光反射率特性を有し、反射光色度のy値が0.10以上でかつ0.25以下となる分光反射率特性を有する無反射多層膜からなる低反射膜が提供される。また本発明の第3の観点によれば、上記低反射膜を表面に設けた陰極線管が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の反射率測定装置

本発明の低反射膜を詳述する前に、反射率測定装置を考察する。多層薄膜を用いたAR (Anti-reflection) フィルムなどの低反射膜の反射物体色は、分光反射率から求められる色度点が表現される。一方、利用者は肉眼で目視して反射色の良否を判断している場合が多い。肉眼の目視が観察する場合、光線入射角度が広く変化し、分光光度計で一定の光線入射角度で測定された色度と一致しないことが想定される。このように、光線入射角度を変化させて反射率測定を行う場合は分光光度計の偏光特性が問題になる。

【0012】分光光度計の光源はタングステンヨウ素ランプと重水素ランプが一般的である。これらの光源は等方性の偏光分布を持っている。しかし、白色光を回折格子で分散させた場合は、その装置特有の偏光の偏りが生じやすい。

【0013】図1は標準試料BK-7の屈折率を示すグラフである。図1において、横軸は波長であり、縦軸は屈折率である。標準試料BK-7は、厚さが5mmであり、裏面反射を防止するため裏面にブラックペイントを塗布してある。図1に示したBK-7の屈折率のデータから理論的なBK-7の表面反射率を計算した結果を図2および図3に示す。図2は光線入射角度=10°、図3は光線入射角度=20°の場合の表面反射率を示すグラフである。図2および図3において、横軸は波長であり、縦軸は反射率である。図2および図3において、曲線R_pはP波の偏光成分の反射率を示すグラフであり、曲線R_sはS波の偏光成分の反射率を示すグラフであり、曲線R_{av}はP波の偏光成分の反射率とS波の偏光成分の反射率との平均の反射率を示すグラフである。このように、P波の偏光成分の反射率とS波の偏光成分の反射率とは異なっており、通常、反射率というときこれらP波とS波の反射率の平均の反射率を代表している。このように、一般的に物質表面で光が反射するとき、光の偏光の向きによって反射率が異なり、偏光の向きによる反射率の差は光線の入射角度に依存する。したがって、

物体の反射率の角度依存性を考察する場合は、分光光度計の偏光分布が均一になっている必要がある。

【0014】図4はこれまで知られている絶対反射率測定装置の構成を示す図である。この絶対反射率測定装置は、入射光を反射する第1のミラー、第1のミラーの反射光を積分球に奥に設けられた拡散板に向けて反射する第2のミラー、検出器としての積分球、拡散板を有する。図4に図解した絶対反射率測定装置を用いて、標準試料BK-7に対して光線入射角度=10°、20°で反射率の測定をした結果を図5および図6に示す。図5および図6に図解した結果は、実際の反射率が理論値よりも0.6%程度大きくなることが判明した。

【0015】上記反射率の相違はBK-7の裏面からの反射と推定された。そこで、実際の反射率と理論反射率との相違の原因を究明するため、BK-7を透過しない波長領域での反射率を確認し、裏面反射の影響を確認するため、分光反射率を紫外線(UV)領域まで拡張した、波長220~880nmで測定した。その結果を図7および図8に図解する。BK-7の光吸収率が急激に増加する波長320nmよりも短い波長において反射率が一旦低下し270nmよりも短い波長側では再び反射率が増加する。この反射率の低下が裏面反射率に相当し、約0.6~0.8%になり、BK-7の理論的な反射率と実際の反射率との相違がBK-7の裏面のブラックペイントとの界面反射であることが確認された。

【0016】そこで分光光度計の偏光特性を考察した。このため、図9に図解した反射率測定装置を用いた。図9に図解した反射率測定装置は、図4に図解した絶対反射率測定装置において、入射光源を通過するように偏光子を偏光子を挿入したものである。ここでは偏光子を45°回転させた例を示す。図9に図解した反射率測定装置を用いて測定した反射率測定結果を図5および図6に、偏光子の回転角度45°の反射率の結果として曲線R₄₅で示す。また図9に図解した反射率測定装置を用いて、UV領域まで拡張して測定した反射率測定結果を図7および図8に曲線R₄₅で示す。図5および図7に図解した、光線入射角度=10°における、偏光子の回転角度45°の反射率の結果から、P波の偏光成分とS波の偏光成分との平均反射率にほぼ等しいことが判る。すなわち、平均反射率と偏光子の回転角度45°の反射率との差異は0.05%以下の差でしかない。また、偏光子を用いないで測定した反射率R₀との差も0.1%以下である。しかしながら、図6および図8に図解した、光線入射角度=20°における、偏光子の回転角度45°の反射率の結果から、平均反射率と偏光子の回転角度45°の反射率との差異は小さいが、偏光子を用いない直接測定の反射率R₀との差は大きくなる。すなわち、図6および図8に図解したように、光線入射角度が大きくなると、P波偏光成分とS波偏光成分との相違が大きくなり、偏光成分を無視した直接測定による反射率R₀を

用いたのでは正確な反射率の理解にならない。換言すれば、正確な反射率の理解には、図9に図解した偏光子を用いた反射率測定装置を用いる必要があることが判明した。したがって、以下の反射率の記述および考察については図9に図解した反射率測定装置を用いた場合について述べる。

【0017】ARフィルムの反射率の光線入射角度による影響

本発明の低反射膜を詳述する前に、ARフィルムの反射率の光線入射角度による影響を考察する。反射率を測定するARフィルムの試料を下記のごとく2つ用意した。

試料1：1%バンド幅が規格限度で狭く、長波長側の反射率曲線が比較的急峻で反射率が高いARフィルム。

試料2：1%バンド幅が広く、長波長側の反射率曲線が緩やかで反射率が低いARフィルム。

【0018】これらの試料1、2について光線入射角度を 10° 、 20° 、 30° 、 40° で分光反射率を測定した結果を、図10および図11に示す。図12および図13は、これらのデータの中から、反射物体色のデータを試料ごとにまとめ、光線入射角度による色度点の変化が見えるように図解したグラフである。図12に図解した試料1の結果と図13に図解した試料2の結果を比較すると、1%バンド幅が規格限度で狭く長波長側の反射率曲線が比較的急峻で反射率が高い試料1は、1%バンド幅が広く長波長側の反射率曲線が緩やかで低い試料2よりも光線入射角度が変化する色度の範囲が広いことが判る。特に、光線入射角度が大きくなると急速に赤側の色に変化する。図12に図解した試料1は、光線入射角度 10° では試料2よりも青色側の反射色であるが、光線入射角度が大きくなると急速に赤色側に反射色がシフトして光線入射角度 40° では完全に逆転した反射色となる。

【0019】このように、光線入射角度に依存して反射率および反射色が大きく変化することが理解された。

【0020】さらに上述した結果は、長波長側の反射率が高く、反射率特性曲線が急峻なARフィルムは、目視で観察した場合に斜めから観察すると赤色側の反射率が強調されることになる。すなわち、ARフィルムをCRTの表面に被着した場合、正面からは青色に見えても、斜めから見ると赤色に見えることになる。CRTの表面に光学多層薄膜を被着して無反射処理を施す場合、一般的には青色系の反射光色度が好まれる。したがって、試料1の様なARフィルムは赤色側の反射色を好まない利用者にとっては、好ましい低反射膜ではない。そこで、試料2の様な低反射膜が要望される。

【0021】低反射膜

以上の考察から、光線入射角度が $10^\circ \sim 40^\circ$ 程度において、目視が好まれる青色側の反射物体色を提供する、分光反射率の長波長側の曲線が穏やかで、反射率も低いスペクトル波形を維持する成膜条件の多層薄膜の低

反射膜が望まれる。

【0022】低反射膜の第1の実施の形態

本発明の第1の実施の形態としての低反射膜について述べる。図14は本発明の低反射膜の第1の実施の形態としての無反射多層膜の断面図である。図14に図解した無反射多層膜10は、所定の厚さ t_1 の第1のITO（Indium Tin Oxide）薄膜11、所定の厚さ t_2 の第1の二酸化シリコン（ SiO_2 ）薄膜12、所定の厚さ t_3 の第2のITO薄膜13、所定の厚さ t_4 の第2の二酸化シリコン薄膜14を積層した構造をしている。実施例としては、第1のITO薄膜11の厚さ $t_1 \approx 15 \text{ nm}$ であり、第1の二酸化シリコン（ SiO_2 ）薄膜12の厚さ $t_2 \approx 20 \text{ nm}$ であり、第2のITO薄膜13の厚さ $t_3 \approx 100 \text{ nm}$ であり、第2の二酸化シリコン薄膜14の厚さ $t_4 \approx 90 \text{ nm}$ である。図14に図解した無反射多層膜をCRT表面に被着するときは、密着層20として、例えば SiO_2 などの光学的に影響の小さい 5 nm 以下の薄膜を介してPETやアクリルなどの透明樹脂フィルム上にこれら多層膜を形成させ、これをCRT表面（図示せず）に貼り付けた。

【0023】図14に図解した無反射多層膜を図9に図解した偏光子を有する反射率測定装置で、光線入射角度 10° 、 20° 、 30° 、 40° について反射率を測定した結果を図15に示す。図15はARフィルムについての試料1、2に対する反射率の特定結果を示した図10および図11に類似する分光反射率の測定結果を示すグラフである。なお、可視光線の範囲は下限は $360 \sim 400 \text{ nm}$ 、上限は $760 \sim 830 \text{ nm}$ とされている。反射光色度を計算する場合は、標準光源をD65とし視野角 2° で波長範囲が 380 nm から 780 nm 分光反射率を用いる。上記反射率の値は、分光反射特性に干渉波形が重量する場合はスムージングした後の分光反射率を用いる。

【0024】図15に図解した結果を考察すると、光線の入射角が 10° の場合には、人間の視感度から求めた視感反射率が0.3%以下で反射光色度も青色系の色度で良好な反射光特性を持っている。しかし、光線の入射角が大きくなるにつれて長波長側の反射率が大きく変化し、図16に図解したように、入射角が 40° となると著しく赤色側に変化する。そこで、第1の実施の形態の無反射多層膜を改善することが望ましい。図16はARフィルムについての図12および図13に類似する、図14に図解した無反射多層膜の特性曲線を示すグラフである。

【0025】低反射膜の第2の実施の形態

本発明の第2の実施の形態としての低反射膜について述べる。第2の実施の形態としての低反射膜は、第1の実施の形態としての無反射多層膜の不具合を改善した。第2の実施の形態としての無反射多層膜の構造は、図17に図解したように、構造自体は図14に図解した第1の

実施の形態の無反射多層膜と同じである。すなわち、図17に図解したように、本発明の低反射膜の第2の実施の形態としての無反射多層膜30は、所定の厚さ t_{1a} の第1のITO(Indium Tin Oxide)薄膜31、所定の厚さ t_{2a} の第1の二酸化シリコン(SiO_2)薄膜32、所定の厚さ t_{3a} の第2のITO薄膜33、所定の厚さ t_{4a} の第2の二酸化シリコン薄膜34を積層した構造をしている。なお、これらの層の厚さは第1の実施の形態の無反射多層膜とは異なる。厚さについては後述する。図17に図解した無反射多層膜をCRT表面に被着するときは、密着層40として、例えば、 SiO_2 などの光学的に影響の小さい5nm以下の薄膜を介してPETやアクリルなどの透明樹脂フィルム上にこれら多層膜を形成させ、これをCRT表面と無反射多層膜の第1のITO薄膜との間に介在させる。

【0026】図18は図15に対応する第2の実施の形態の特性曲線を示すグラフであり、第1の実施の形態の無反射多層膜を改善するため、図15に図解した特性データについて、長波長側の反射率を低く設計し、600nmから750nmまでの波長の反射率のカーブを緩やかに設計した場合を示す。図18に図解した反射率の特性も、光線の入射角が大きくなると、長波長側の反射率が増加する。しかしながら、下記に述べる利点がある。a. 長波長側のカーブが緩やかである。b. 460nmから600nmの波長域で比較的平坦な反射率特性である。

【0027】このような特性を選択すると、第2実施の形態の無反射多層膜によると図19に図解した特性が得られる。図19は図16に対応する特性曲線を示すグラフである。図19のデータと図16のデータとを対比すると、図19のデータは光線の入射角の変化による色度の赤色側への変化が少ない。また光線の入射角 10° の時の反射光色度の y 値を0.10以上0.25以下とすることで、 40° の時に色度が白色方向に変化し、赤色が目立たなくなった。光線の入射角 40° の時の反射光色度は、ほぼ白色($x=0.333$, $y=0.333$)に近い色度となっており、少なくとも、利用者に最も嫌われる赤色にはならない。

【0028】以上の特性を示す無反射多層膜は、図17に図解した無反射多層膜のそれぞれの層の厚さを調整することによって実現できた。その実施例を下記に例示する。

第1のITO薄膜31の厚さ $t_{1a} \approx 20\text{nm}$

第1の二酸化シリコン(SiO_2)薄膜32の厚さ $t_{2a} \approx 25\text{nm}$

第2のITO薄膜33の厚さ $t_{3a} \approx 45\text{nm}$

第2の二酸化シリコン薄膜34の厚さ $t_{4a} \approx 100\text{nm}$

【0029】本発明の低反射膜を実現するには、各層の膜厚を調整すればよい。すなわち、上述した図15およ

び図18とは異なる反射率特性とは異なる無反射多層膜を実現するには、図14および図17に図解した各層の厚さを調整すればよい。

【0030】以上、低反射膜としての無反射多層膜をCRT表面に被着させてCRT画面に表示された情報の視認線を高めるための反射について述べたが、上述した無反射多層膜はCRT表面に被着させるだけでなく、光線の入射角度の影響を受けるその他の表示パネル、または、その他の装置に適用できる。以上の実施例においては、表示パネルとして、陰極線管を例示したが、本発明の低反射膜は種々な表示パネル、例えば、液晶パネル、プラズマディスプレイ、ELパネルなどに適用できる。

【0031】

【発明の効果】本発明の低反射膜によれば、長波長側の反射率のカーブを緩やかにすることで、光線の入射角が大きくなっても反射光が赤色側に变化する割合を軽減できた。本発明の低反射膜をCRTなどの表示パネルに適用すると、表示パネルを目視で観察した場合に、無反射多層膜を施した表示パネル表面に対して斜めから観察した場合の反射光色度が極端に赤色に変化するのを防止できた。

【0032】本発明による反射光色度の y 値を0.10以上、0.25以下に制限することで、入射角が大きい時の色度が白色に近い色度となり、さらに、反射色が赤色に変化するのを軽減できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は標準試料BK-7の屈折率を示すグラフである。

【図2】図2は光線入射角度 $=10^\circ$ における図1に示したBK-7の屈折率のデータから理論的なBK-7の表面反射率を計算した結果を示すグラフである。

【図3】図3は光線入射角度 $=20^\circ$ における図1に示したBK-7の屈折率のデータから理論的なBK-7の表面反射率を計算した結果を示すグラフである。

【図4】図4はこれまで知られている絶対反射率測定装置の構成を示す図である。

【図5】図5は図4に図解した絶対反射率測定装置を用いて、標準試料BK-7に対して光線入射角度 $=10^\circ$ で反射率の測定をした結果を示すグラフである。

【図6】図6は図4に図解した絶対反射率測定装置を用いて、標準試料BK-7に対して光線入射角度 $=20^\circ$ で反射率の測定をした結果を示すグラフである。

【図7】図7は図4に図解した絶対反射率測定装置を用いて、標準試料BK-7に対して光線入射角度 $=10^\circ$ で、波長220~880nmについて反射率の測定をした結果を示すグラフである。

【図8】図8は図4に図解した絶対反射率測定装置を用いて、標準試料BK-7に対して光線入射角度 $=20^\circ$ で、波長220~880nmについて反射率の測定をした結果を示すグラフである。

【図9】図9は本発明において用いられた偏光子を用いた反射率測定装置の構成を示す図である。

【図10】図10は図9に図解した絶対反射率測定装置を用いてARフィルムの試料1について光線入射角度を 10° 、 20° 、 30° 、 40° で分光反射率を測定した結果を示すグラフである。

【図11】図11は図9に図解した絶対反射率測定装置を用いてARフィルムの試料2について光線入射角度を 10° 、 20° 、 30° 、 40° で分光反射率を測定した結果を示すグラフである。

【図12】図12はARフィルムの試料1について、図10および表1に示したデータの中から、反射物体色のデータを試料ごとにまとめ、光線入射角度による色度点の変化が見えるように図解したグラフである。

【図13】図13はARフィルムの試料2について、図11および表2に示したデータの中から、反射物体色のデータを試料ごとにまとめ、光線入射角度による色度点の変化が見えるように図解したグラフである。

【図14】図14は本発明の低反射膜の第1の実施の形態としての無反射多層膜の断面図である。

【図15】図15は本発明の低反射膜の第1の実施の形態としての無反射多層膜を図9に図解した絶対反射率測

定装置で、光線入射角度 10° 、 20° 、 30° 、 40° について反射率を測定した結果を示すグラフである。

【図16】図16は図14に図解した第1の実施の形態としての無反射多層膜の反射物体色の光線入射角度による変化を示す特性曲線を示すグラフである。

【図17】図17は本発明の低反射膜の第2の実施の形態としての無反射多層膜の断面図である。

【図18】図18は本発明の低反射膜の第2の実施の形態としての無反射多層膜を図9に図解した絶対反射率測定装置で、光線入射角度 10° 、 20° 、 30° 、 40° について反射率を測定した結果を示すグラフである。

【図19】図19は図17に図解した第2の実施の形態としての無反射多層膜の反射物体色の光線入射角度による変化を示す特性曲線を示すグラフである。

【符号の説明】

10, 30・・・無反射多層膜

11, 31・・・第1のITO薄膜

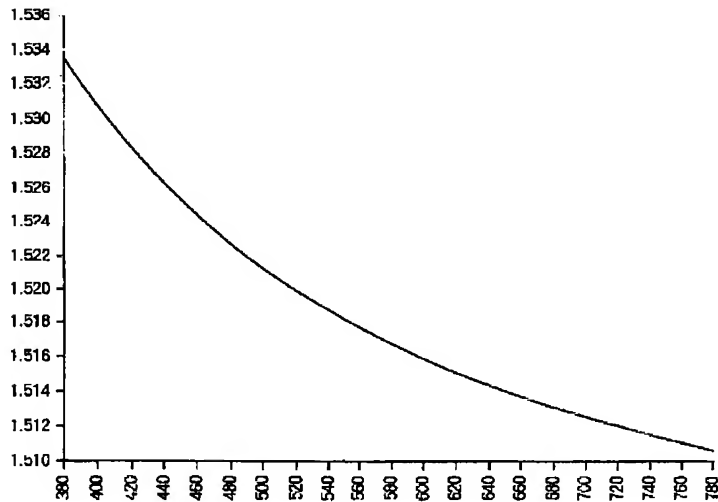
12, 32・・・第1の二酸化シリコン(SiO_2)薄膜

13, 33・・・第2のITO薄膜

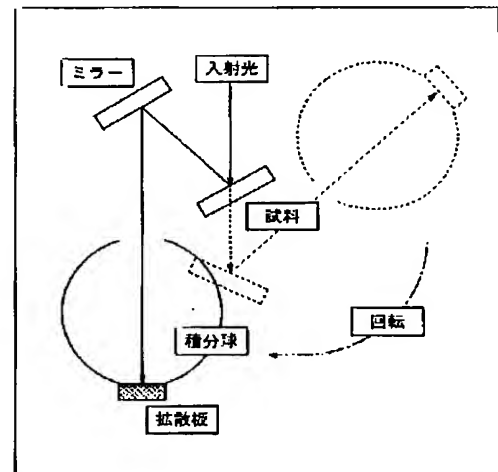
14, 35・・・第2の二酸化シリコン薄膜

20, 40・・・密着層

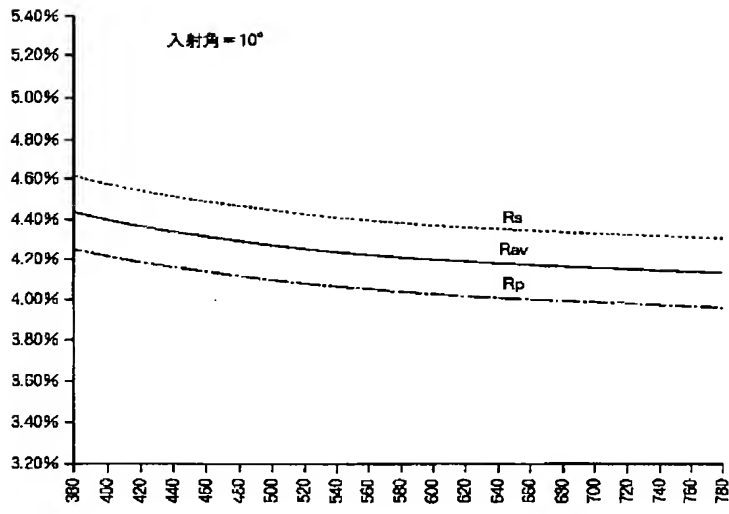
【図1】



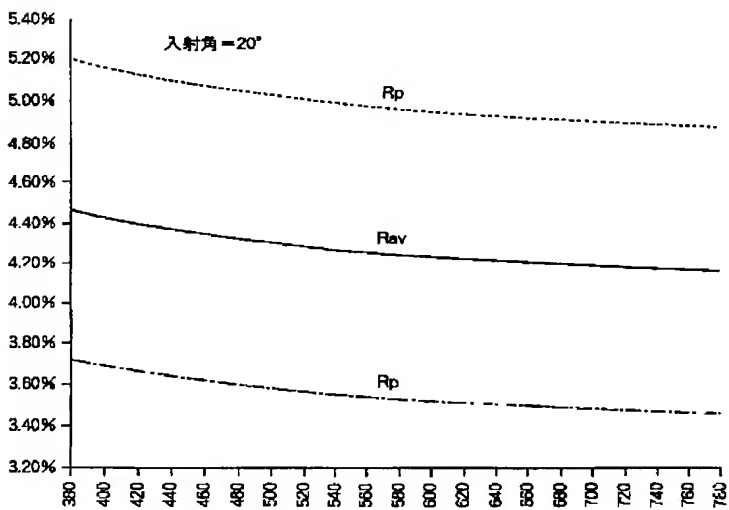
【図4】



【図2】

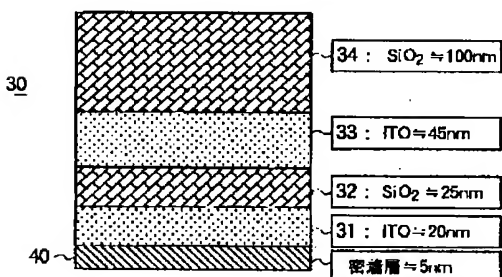


【図3】

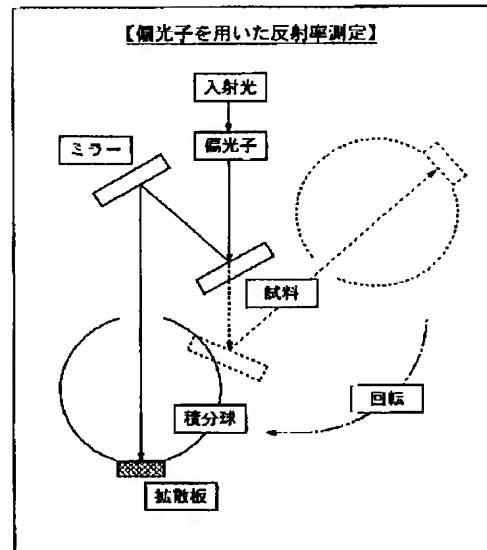


【図17】

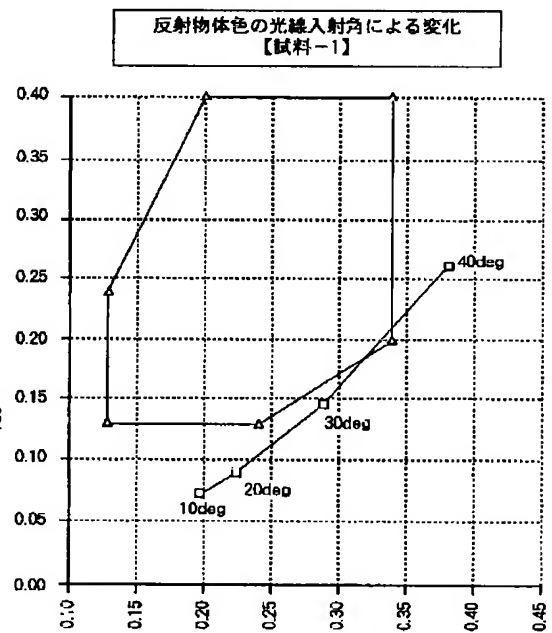
本発明の光学特性を得るための多層薄膜の具体的な構造事例



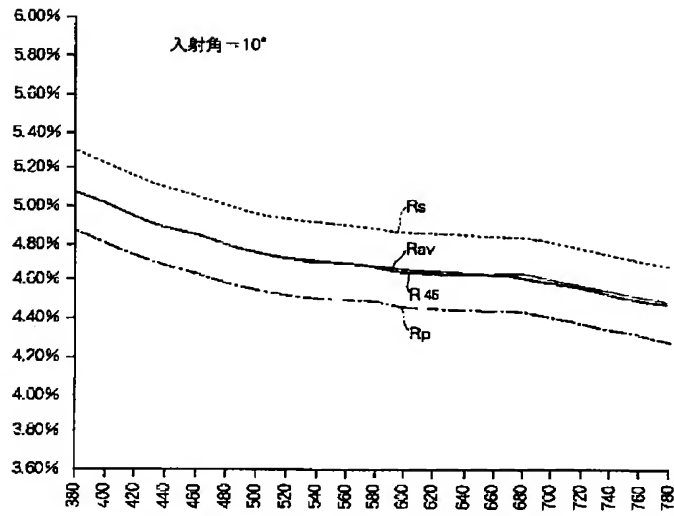
【図9】



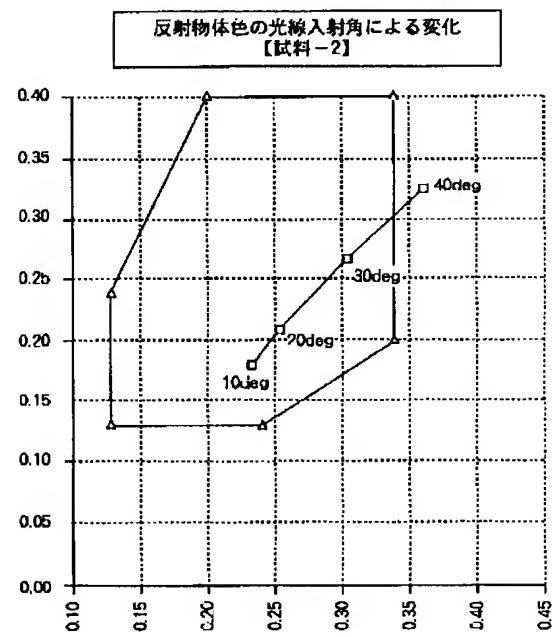
【図12】



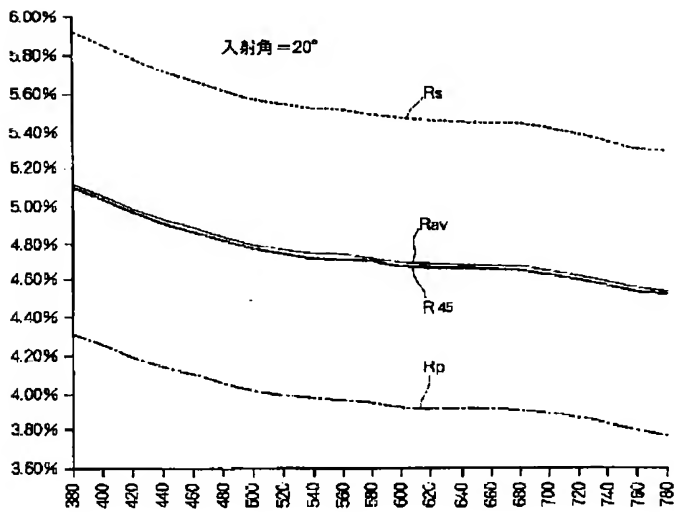
【図5】



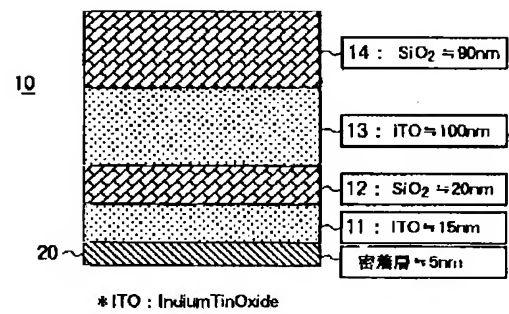
【図13】



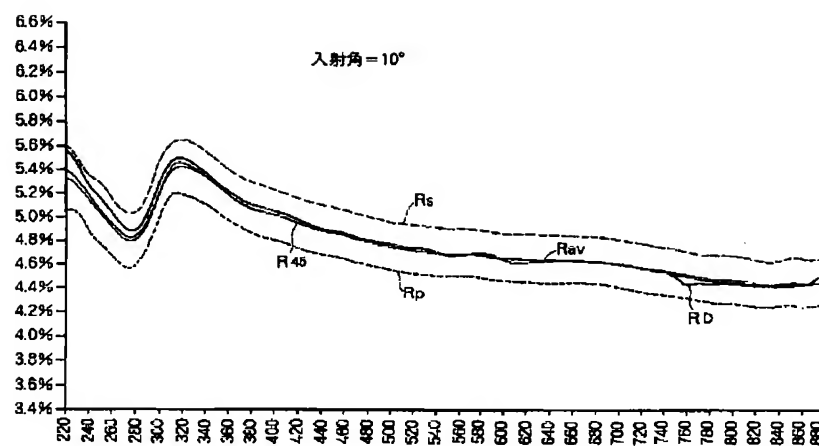
【図6】



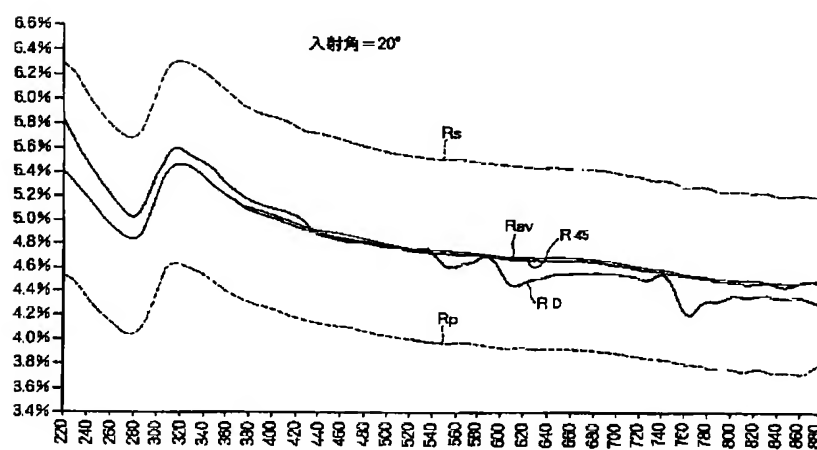
【図14】



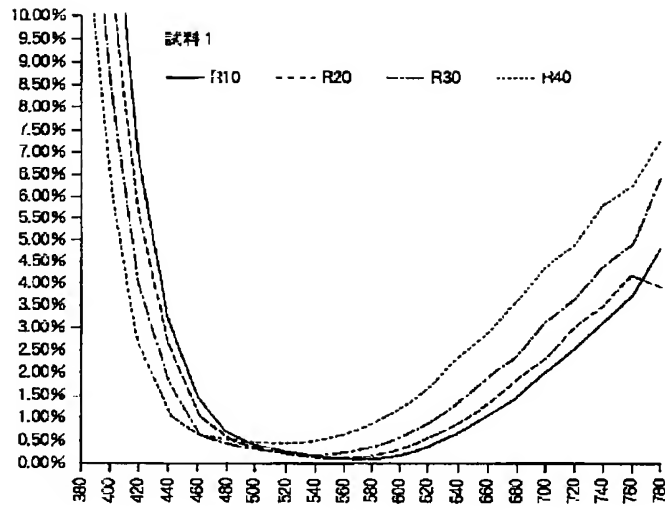
【図7】



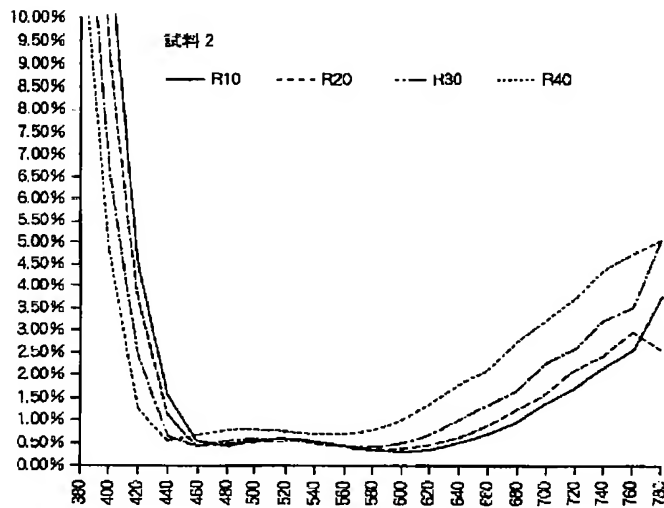
【図8】



【図 10】

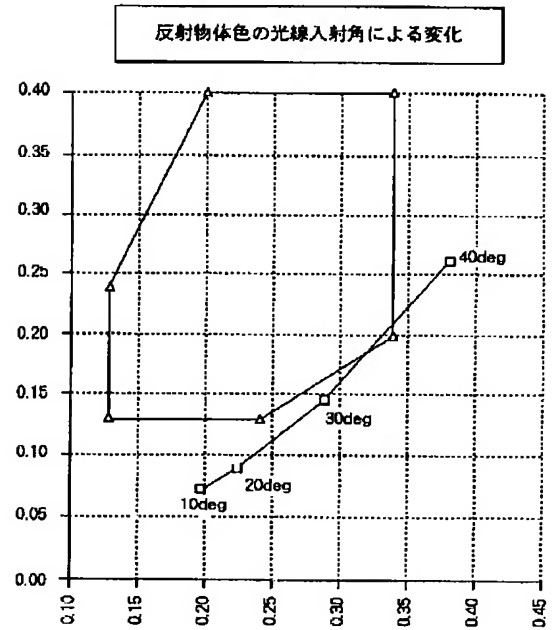


【図 11】



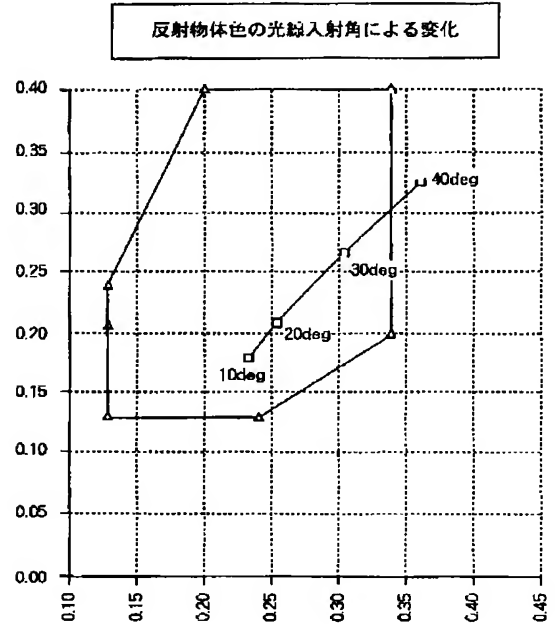
【図 16】

反射光色度の入射角による変化

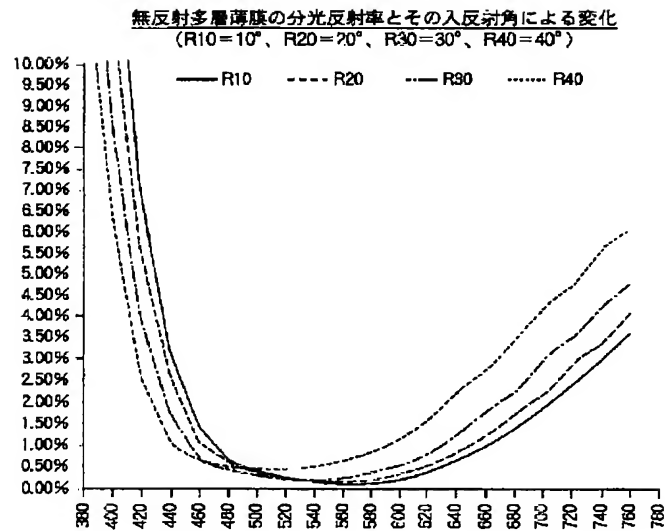


【図 19】

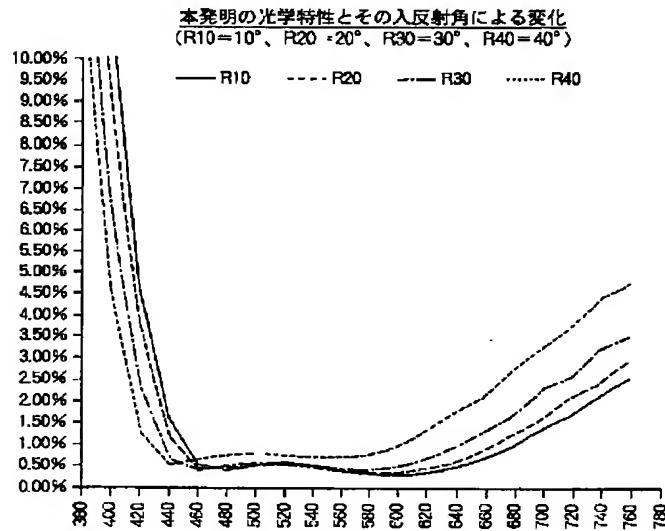
本発明の反射光色度の入射角による変化



【 図 1 5 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁶

G 0 9 F 9/00

H 0 1 J 5/08

識別記号

3 1 8

F I

H 0 1 J 5/08

G 0 2 B 1/10

A